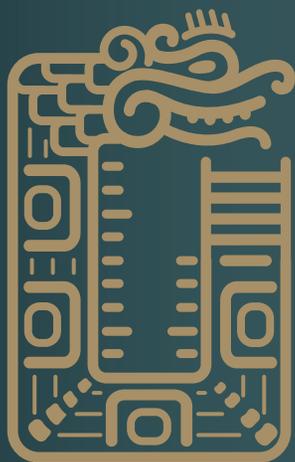


KAANBAL

**PROGRAMA DE
TRANSFERENCIA
DE CONOCIMIENTO**

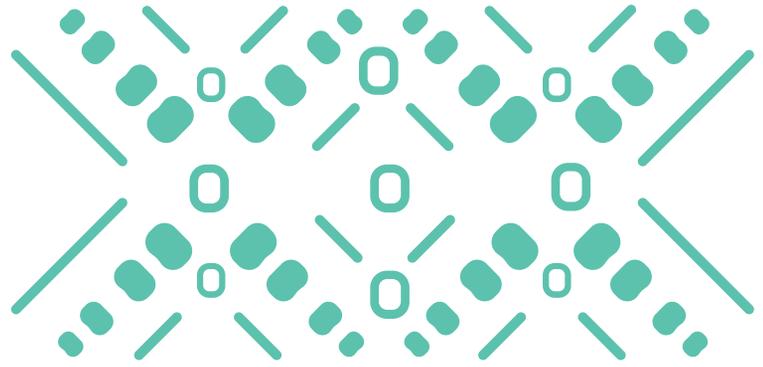


**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

Lección 1



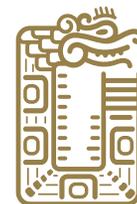
Lección 1



CURSO 6

Control de Mando y Señalización

con Isaac Fonseca Monrreal



**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Elementos de la señalización ferroviaria instalados en vía</i>	.....	4
<i>Imagen 2: Señal de bloqueo de vía</i>	.....	5
<i>Imagen 3: Indicación de velocidad en la vía</i>	.....	5
<i>Imagen 4: Señal en Rojo previa al cambio de vía</i>	.....	6
<i>Imagen 5: Señales de advertencia</i>	.....	6
<i>Imagen 6: Señalización de Control de Tráfico</i>	.....	7
<i>Imagen 7: CMS a bordo</i>	.....	8
<i>Imagen 8: Bloqueo</i>	.....	9
<i>Imagen 9: Señalización ferroviario</i>	.....	9
<i>Imagen 10: Señales ferroviarias</i>	.....	10
<i>Imagen 11: Control de Tráfico Centralizado</i>	.....	10
<i>Imagen 12: Sistemas de detección de trenes</i>	.....	11
<i>Imagen 13: Sistema de comunicación de Tren-Tierra</i>	.....	11
<i>Imagen 14: Sistema de Semaforización ferroviaria</i>	.....	12
<i>Imagen 15: Señales manuales</i>	.....	12
<i>Imagen 16: Señales luminosas</i>	.....	13
<i>Imagen 17: Señales acústicas</i>	.....	13
<i>Imagen 18: Ejemplo de Baliza</i>	.....	14

Lección 1

CONTROL DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

En este curso del módulo de Control, Mando y Señalización se trata de exponer e introducir, de una manera breve, el nacimiento y evolución de los sistemas de señalización y su relación con la seguridad ferroviaria. La importancia de conocer el concepto de la RAMS y de interoperabilidad, así como, qué importancia han cobrado a lo largo de los últimos años y, finalmente, se hará un resumen de los componentes que forman el subsistema.

El control, mando y señalización es un término utilizado para describir el proceso de gestión y supervisión de dispositivos, equipos o sistemas que reciben o emiten información a través de señales eléctricas, electrónicas o digitales. Este proceso implica el envío de comandos desde una fuente de control (como un operador humano o un sistema automatizado) a dispositivos de campo, como sensores, actuadores, válvulas, motores, entre otros.

Imagen 1: Elementos de la señalización ferroviaria instalados en vía

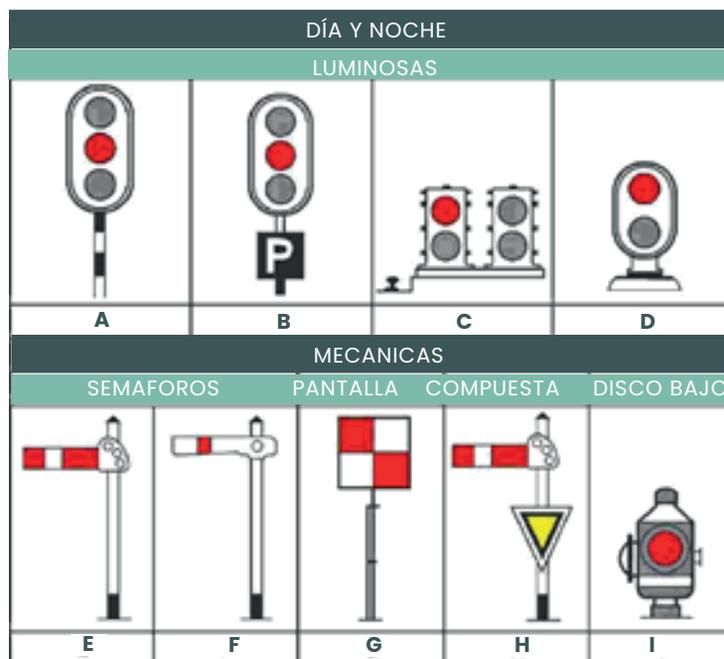


Fuente: Más que Ingeniería. (s.f.). La importancia del ATP en el ferrocarril. Más que Ingeniería. Recuperado de <https://mas-queingenieria.com/blog/la-importancia-del-atp-en-el-ferrocarril/>

La señalización ferroviaria puede clasificarse en varios tipos según su función y su método de operación. Aquí hay una descripción de los tipos más comunes de señalización ferroviaria:

Señalización de Bloqueo: Este tipo de señalización se utiliza para dividir las vías en secciones llamadas "bloques o cantones", con el fin de garantizar que solo un tren pueda ocupar esa sección. La señalización de bloqueo puede incluir señales visuales o dispositivos de detección de trenes para indicar si un bloque está ocupado o desocupado.

Imagen 2: Señal de bloqueo de vía



Fuente: Cómo funcionan los trenes. (2012, 17 de noviembre). Instalaciones de seguridad - Señales. Cómo funcionan los trenes. <https://comofuncionanlostrenes.blogspot.com/2012/11/instalaciones-de-seguridad-senales.html>

Señalización de Velocidad: Estas señales indican la velocidad máxima permitida a la que se puede circular en ciertos tramos de la vía. Pueden ser señales fijas colocadas a lo largo de la vía o señales dinámicas que se comunican con los sistemas de a bordo de los trenes para ajustar la velocidad automáticamente.

Imagen 3: Indicación de velocidad en la vía



Fuente: Cómo funcionan los trenes. (2012, 17 de noviembre). Instalaciones de seguridad - Señales. Cómo funcionan los trenes. <https://comofuncionanlostrenes.blogspot.com/2012/11/instalaciones-de-seguridad-senales.html>

Señalización de Cambio de Vía: Utilizada en puntos donde las vías se bifurcan o convergen, estas señales indican a los maquinistas si pueden cambiar de vía o si deben mantenerse en la vía actual. Pueden ser señales visuales, señales acústicas o dispositivos de bloqueo.

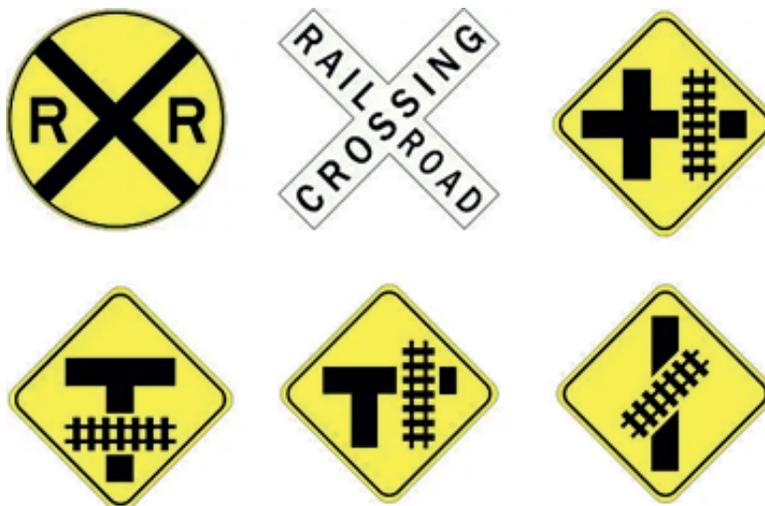
Imagen 4: Señal en Rojo previa al cambio de vía



Fuente: Señalización Ferroviaria. (2015, noviembre). Clasificación de las señales según su función. ViaFérreaUnExpo. <https://viaferreaunexpo.blogspot.com/2015/11/>

Señalización de Advertencia: Estas señales alertan a los maquinistas sobre condiciones peligrosas en la vía, como curvas pronunciadas, puentes, pasos a nivel o límites de velocidad reducida. Pueden incluir señales luminosas, señales audibles o balizas colocadas en la vía.

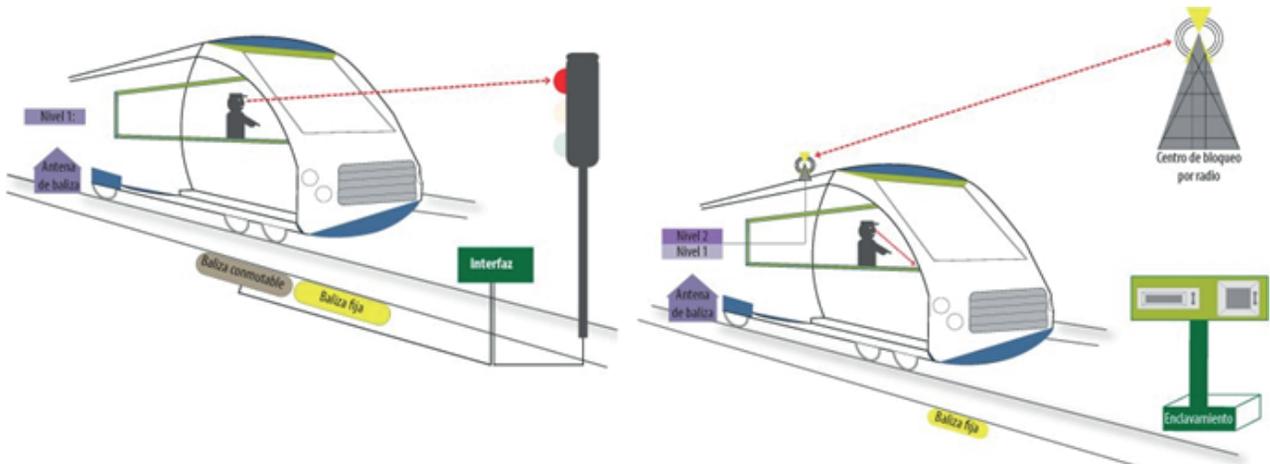
Imagen 5: Señales de advertencia



Fuente: Google. (2024). Señalización de Advertencia en la vía ferroviaria [Imagen]. Google Images. https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+Advertencia+en+la+v%C3%ADa+ferroviaria&sca_esv=4bddefd64baaca21&udm=2&biw=1280&bih=585&sxsrf=ADLYWIK43vZSFoIRuwKFCkAu-B8rrpKSPA%3A1725686880801&ei=YOTbZpasMLG5wN4PI5S_2As&ved=0ahUKewiW3JfMjLCIAxWxHNAFHRfKD7sQ4dUDCBE&uact=5&oq=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+Advertencia+en+la+v%C3%ADa+ferroviaria&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcniAinFNlw7FhbGI6YWNpw7NuIGRIIEFkdmVydGVuY2lhiGVuiGxhIHbDrWEGZmVycm92aWFyaWF15ipQ_gvYmilwAXgAKAEBmAHfAqAB8CWqAQg2LjIwLjUuMbgBA8gBAPgBAZgCAqAC6wHCAgQQixgnmAMAiAYBkgcDMC4yoAf6JA

Señalización de Control de Tráfico: Estas señales se utilizan para gestionar el tráfico ferroviario en una red más amplia, indicando a los maquinistas cuándo pueden proceder, detenerse o tomar precauciones adicionales. Pueden ser controladas de manera centralizada desde un centro de control de tráfico.

Imagen 6: Señalización de Control de Tráfico



Fuente: Oficina Europea de Publicaciones. (2017). European Rail Traffic Management System (ERTMS) - A large-scale project to boost interoperability but slow progress and considerable risks [Imagen]. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/ertms-rail-13-2017/es/>

Estos son algunos de los tipos principales de señalización ferroviaria, pero la variedad exacta y la implementación de la señalización pueden variar según el sistema ferroviario implementado.

En esencia, el control, mando y señalización abarca todo el proceso de enviar señales de control desde un punto central a los dispositivos pertinentes, y recibir señales de retroalimentación de estos dispositivos para monitorear su estado o rendimiento. Esto involucra sistemas simples complejos de automatización ferroviaria.

Para entender el concepto de la señalización ferroviaria, y más concretamente la necesidad de su aparición, es de utilidad tomar como referencia el comportamiento de los vehículos de transporte terrestre por carretera.

Esto supone que un tren tipo (P,400), también a una velocidad de 120 km/h, precisa de 1000 m para detenerse completamente. Además, al contrario que un coche, no existe la posibilidad de cambiar de dirección, por lo que, en caso de que se diera una situación de peligro, sería necesario contar al menos con la distancia de frenado suficiente entre dos circulaciones para que no colisionen entre ambas. Para hacer frente a esta problemática nace la señalización ferroviaria.

Según establece la normativa sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, el sistema ferroviario está constituido por los siguientes subsistemas:

Subsistemas estructurales

- Infraestructura
 - Energía
 - Control, mando y señalización (en tierra)
 - Control, mando y señalización (a bordo)
- Material rodante

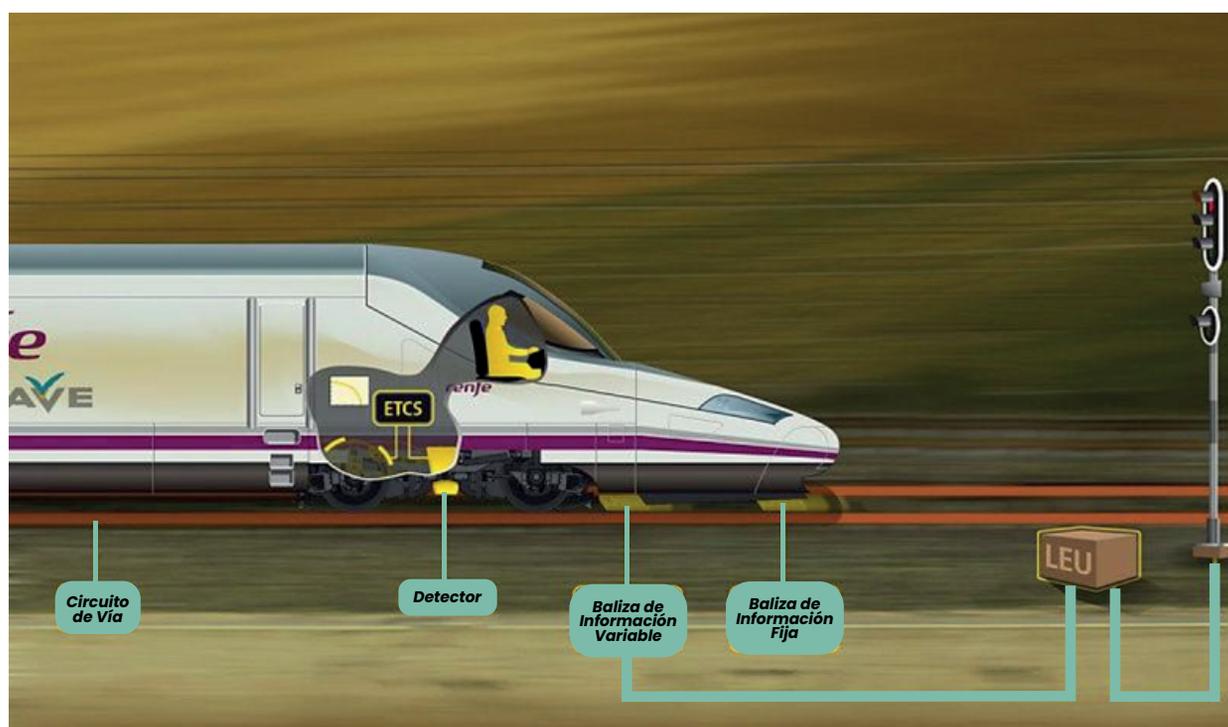
Subsistemas funcionales

- Explotación y gestión del tráfico,
- Mantenimiento,
- Aplicaciones telemáticas al servicio de los pasajeros y del transporte de mercancías

El objeto de este módulo es profundizar en el subsistema de Control, Mando y Señalización (CMS) en tierra, la pieza fundamental en la seguridad y gestión del tráfico de cualquier red ferroviaria.

Como puntualización, el subsistema CMS a bordo es el encargado de “leer” y procesar la información entregada por el subsistema CMS en tierra, a través de diversos elementos situados en la vía y que permiten al conductor del tren y al sistema embarcado conocer el estado de los elementos de campo, y en los sistemas más avanzados, establecer y controlar la velocidad de estos.

Imagen 7: CMS a bordo



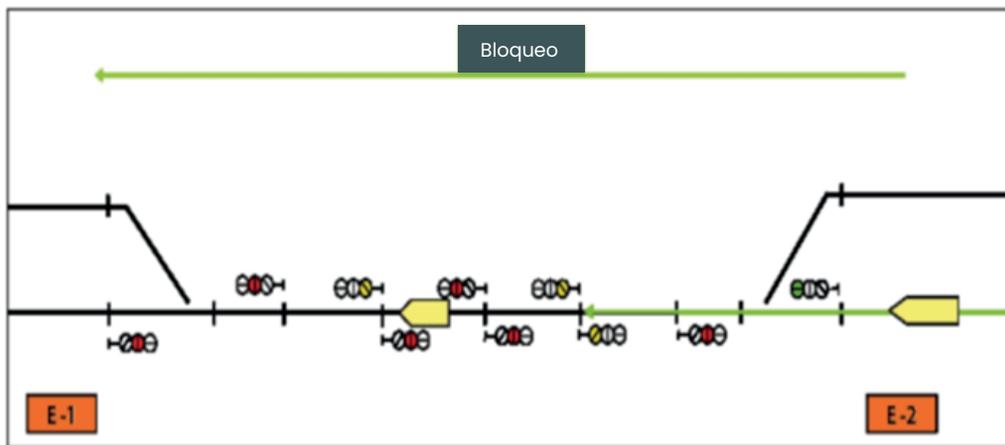
Fuente: IKI Media. (n.d.). Sistema ERTMS. Recuperado el 13 de noviembre de 2024, de <https://www.iki.es/koken/categories/informacion/content/sistema-ertms-1/>

Cabe destacar, en este punto, que los sistemas de protección del tren, como el ASFA (España), TVM (Francia) o el LZB (Alemania), son sistemas de señalización, pero no son sistemas de seguridad, puesto que su objetivo es facilitar la conducción y mejorar la gestión del tráfico.

Además de los sistemas definidos en la imagen anterior, es importante destacar también los sistemas de protección de pasos a nivel y el bloqueo.

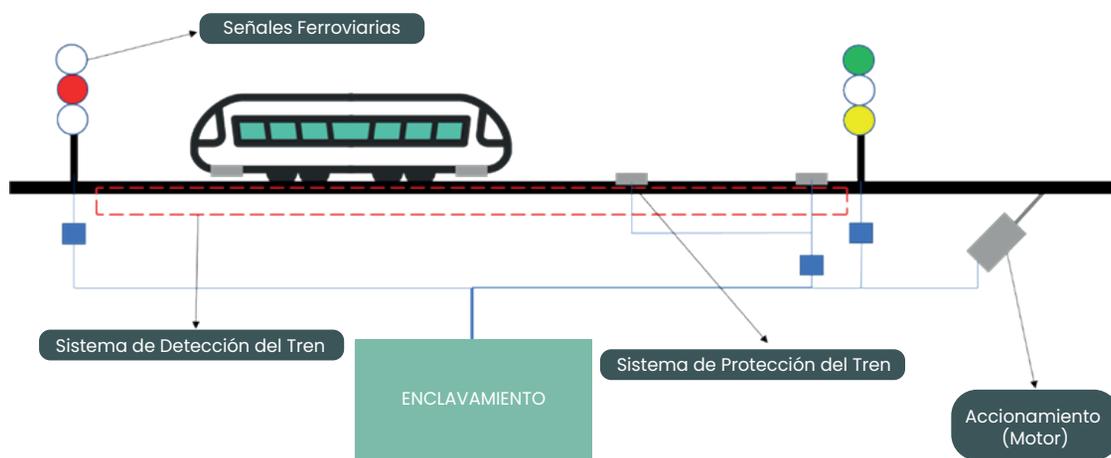
El bloqueo, es la información transmitida entre dos enclavamientos colaterales, normalmente a través de fibra óptica (FO), para establecer una ruta entre dos estaciones, o varias, siempre que se den las condiciones de seguridad necesarias para ello.

Imagen 8: Bloqueo



Mundo Ferroviario. (2023). Detección de trenes: Circuitos de vía [Imagen]. En Mundo Ferroviario Latam. <https://mundoferroviario.lat/2023/05/31/deteccion-de-trenes-circuitos-de-via/>

Imagen 9: Señalización ferroviario



Fuente: Elaboración Propia

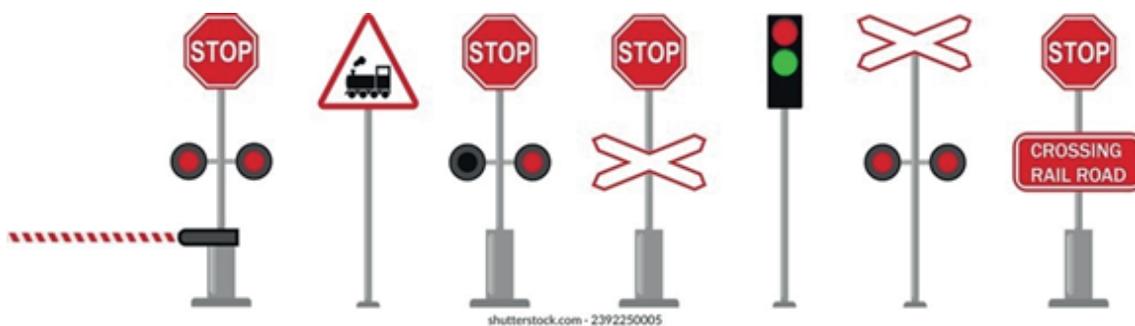
Control Mando y Señalización

El control de mando y señalización es un sistema crucial que se encarga de gestionar la circulación de trenes de manera segura y eficiente. Este sistema garantiza que circulen por las vías de acuerdo con un plan de operaciones predefinido y respetando las normas de seguridad.

Algunos componentes clave del control de mando y señalización se incluyen:

Señales ferroviarias: Son dispositivos visuales que indican a los maquinistas si está permitido avanzar, detenerse o tomar precauciones. Estas señales pueden ser semáforos, señales de mano, señales luminosas, etc.

Imagen 10: Señales ferroviarias



Fuente: Shutterstock. (n.d.). Train red signal. Shutterstock. https://www.shutterstock.com/es/search/train-red-signal?image_type=vector

Control de tráfico centralizado: En sistemas ferroviarios modernos, el control de tráfico puede ser centralizado en un centro de control donde se monitorea y gestiona la circulación de todos los trenes en una red.

Imagen 11: Control de Tráfico Centralizado



Fuente: Mundo Ferroviario. (2022, agosto 31). El sistema de control de tráfico centralizado (CTC) en los sistemas ferroviarios. Mundo Ferroviario. <https://mundoferroviario.lat/2022/08/31/el-sistema-de-control-de-trafico-centralizado-ctc-en-los-sistemas-ferroviarios/>

Sistemas de detección de trenes: Estos sistemas detectan la presencia y la ubicación de los trenes en la vía. Pueden utilizar tecnologías como circuitos de vía, balizas o sistemas basados en GPS.

Imagen 12: Sistemas de detección de trenes



ANM Corp. (n.d.). Movilidad ferroviaria. ANM Corp. <https://anmcorp.com.mx/movilidad/ferroviario.php>

Comunicaciones de tren-tierra: Permite la comunicación entre los maquinistas y los operadores de control de tráfico para transmitir información relevante sobre la marcha del tren, emergencias u otros eventos.

Imagen 13: Sistema de comunicación de Tren-Tierra



Fuente: Mafex. (2024, July 17). Comunicaciones tren tierra sobre tecnología MCX. Mafex Magazine. <https://magazine.mafex.es/comunicaciones-tren-tierra-sobre-tecnologia-mcx/>

Por lo tanto, es esencial para garantizar la seguridad de los pasajeros, la carga y el personal ferroviario, así como para mantener la eficiencia operativa del sistema ferroviario en general.

Las señales ferroviarias son dispositivos visuales colocados a lo largo de las vías del ferrocarril para transmitir información importante a los maquinistas sobre las condiciones de la vía por delante. Estas señales ayudan a garantizar la seguridad y la eficiencia del tráfico ferroviario al indicar a los maquinistas si está permitido avanzar, detenerse o tomar precauciones adicionales. Aquí hay algunos tipos comunes de señales ferroviarias:

Semáforos: Son quizás las señales más reconocibles en el ferrocarril. Los semáforos ferroviarios funcionan de manera similar a los semáforos de tráfico en la carretera. Pueden mostrar luces rojas, amarillas o verdes para indicar a los maquinistas si está permitido avanzar, si deben detenerse o si deben proceder con precaución.

Imagen 14: Sistema de Semaforización ferroviaria



Fuente: Freepik. (n.d.). Señal de tráfico círculo completo. Freepik. <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gra->

Señales de mano: Estas señales son utilizadas por los empleados de ferrocarril para comunicarse con los maquinistas. Consisten en dispositivos físicos, como banderas, lámparas o señales con brazos, que se mueven de manera específica para indicar al maquinista qué acción debe tomar.

Imagen 15: Señales manuales

Descripción de la señal	Indicación	Movimiento
(1) Movida a lado derecho de la vía.	ALTO	
(2) Levantada y bajada verticalmente.	PROCEDER	
(3) Movida despacio al lado derecho de la vía.	RETOCEDER	

Fuente: Secretaría de Gobernación. (s.f). Título de la imagen. Secretaría de Gobernación. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/-docFuente/5728179>

Señales luminosas: Son similares a los semáforos, pero en lugar de usar luces en posición vertical, las luces están montadas horizontalmente en una barra. Estas luces pueden mostrar diferentes colores o patrones para indicar a los maquinistas la situación en la vía.

Imagen 16: Señales luminosas



Fuente: Practicatest. (2024). Las señales luminosas en los cruces ferroviarios son de color. Practicatest. <https://practicatest.-cl/preguntas/las-senales-luminosas-en-los-cruces-ferroviarios-son-de-color/a5yR>

Señales acústicas: En algunas circunstancias, especialmente en áreas con visibilidad limitada debido a curvas o terreno montañoso, se pueden usar señales de audio, como sirenas o bocinas, para advertir a los maquinistas sobre condiciones peligrosas o situaciones específicas en la vía.

Imagen 17: Señales acústicas



Fuente: Emesa-M30. (s.f.). Cómo cruzar un paso a nivel. Trenty, de <https://trenty.emesa-m30.es/blog-educacion-vial/como-cruzar-un-paso-a-nivel/>

Señales con balizas: Son dispositivos colocados en la vía que se comunican con los equipos instalados a bordo de los trenes para proporcionar información sobre la velocidad máxima permitida, cambios en la señalización o advertencias sobre condiciones peligrosas.

Estos son solo algunos ejemplos de señales ferroviarias. La configuración específica y el diseño de las señales pueden variar según el país, la región y las normativas ferroviarias solicitadas por el proyecto en cuestión.

Imagen 18: Ejemplo de Baliza



Fuente: Signallingman. (2013). ERTMS (II). Ruedaycarril. <https://ruedaycarril.wordpress.com/2013/04/22/ertms-ii/>